

シロテンハナムグリは37℃で飛翔する

熊本県立東稜高等学校 2年・1年 生物部

1 はじめに

私たちは昆虫の飛翔と温度の関係に興味を持った。よく飛翔し、大型で体温測定しやすく、普通種で多くの個体を得やすいことから、シロテンハナムグリ (*Protaetia orientalis submarmorea*) を用いて研究を行った。

2 研究の目的

飛翔に与える気温の影響、飛翔時の体温、体温調節のしくみを解明することを目的とした。

3 研究の方法

(1) 研究期間：2012年11月～2013年10月、実験は6月～10月に行った。

(2) 実験場所：熊本市東稜高校、山都町井無田高原

(3) 実験条件を統一するため、卵から飼育し、室内で羽化した個体を実験に用いた。

(4) 飛翔している昆虫の体温測定は困難なので、定位置で飛翔行動をとらせる装置を作成した。

「強制飛翔装置(図1)」昆虫を棒先に固定し飛翔行動をとらせた。飛翔前の体温変化を調べる実験に使用した。

「半自由飛翔装置」昆虫を水平に円運動する装置の先に取り付けた。本来の飛翔状態に近い状態で実験が行える。飛翔前及び飛翔中の体温変化を測定した。

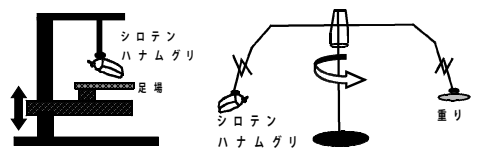


図1 強制飛翔装置 半自由飛翔装置

(5) 昆虫の胸部下面中央部の表面温度を体温とした。測定には赤外線熱画像装置(Thermo Shot F20/日本アビオニクス)を用いた。

(6) 実験の手順：胸部背面を固定→脚を浮かせ飛翔を促す→10秒間隔で体温を計測し行動を記録。

(7) 昼夜の比較のため、夜間実験も実施した。雌雄を識別して雌雄比較も行った。

(8) 腹部の動きは目視と録画で確認した。背面の動きは鞘翅を切除し観察した。気管は解剖して確認、空気の出入りは線香の煙を用いて確認した。

4 研究の結果

成虫の野外での初認は6月3日、飼育下では6月14日だった。野外で成虫は9月まで確認した。成虫の平均体重は0.98g。強制飛翔装置で81回、半自由飛翔装置で47回の実験を実施した。

(1) 雄・雌で飛翔の有無を比較した。「エクセル統計2012」でマンホイットニーのU検定をかけたところ、飛翔の有無に有意な差はなかった($P=0.1213>0.05$)。昼・夜でも有意な差はなかった($P=0.1025>0.05$)。飼育・捕獲個体間にも有意な差はなかった($P=0.1213>0.05$)。雌雄、昼夜、飼育・捕獲個体で差はなかったため、これ以降、データは併せて解析した。

(2) 気温22℃～43℃において、気温2.5℃刻みで飛翔率(飛翔回数/実験回数)を比較すると、気温が高いほど飛びやすい傾向が認められた(図2)。

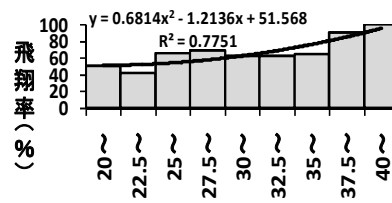


図2 気温ごとの飛翔率の変化

(3) 飛翔した時の平均気温は 32.1 ± 5.1 ℃、飛翔開始時平均

体温は 37.0 ± 2.9 ℃で、体温のばらつきは小さかった。気温と飛翔開始時体温に相関はみられず、体温37℃付近で飛ぶ個体が多かった。

(4) 安静時の体温と気温はほぼ同じだったので、(気温) - (飛行開始時体温) = (上昇体温) とした。飛行した時、体温は平均4.9℃、最大16.6℃上昇した。気温が高いほど体温上昇は小さい傾向にあった。気温36.4℃以上では、体温上昇せず飛行する個体や、下降して飛行する個体もいた(図3)。

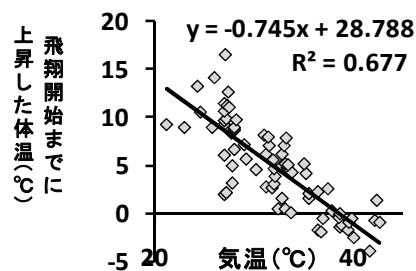


図3 気温と体温上昇の関係

(5) 飛行の前後の腹部の動き(図4)

ア 上下ヒクヒク：尾部が上下に動き、腹部背面第1～4節が周期的に凹む。「飛行前の体温上昇時」>「飛行中」>「安静時」の順に激しく動いた。

イ 前後ヒクヒク：尾部が前後し、尾端が円を描くように動く。腹部を縮める際に腹部第1節が凹む。「飛行後の体温降下時」によく見られた。



図4 上下ヒクヒク 前後ヒクヒク

(6) 気温38℃以下では、飛行前は上下ヒクヒクをして平均1.4℃/分で体温を上昇させた。飛行中は気温27.5℃以下では体温低下、それ以上では体温上昇しており、体温上昇のピークは気温35～37.5℃だった。気温と飛行中の体温変化平均値に強い相関が見られた(図5)。飛行後、硬直時は平均0.6℃/分で、前後ヒクヒク時は平均0.9℃/分で体温を降下させた。飛行後、翅を出すことで体表面積を増やし放熱によって体温を下げる行動や、高温環境下で口から液体を出し体表面に塗り、気化熱で体温を下げていると思われる行動も観察された。

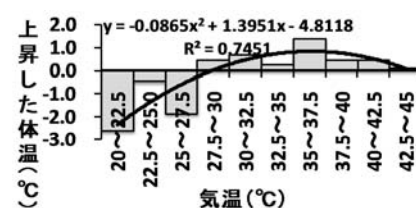


図5 気温毎の飛行中の体温変化

(7) コアオハナムグリ・アオドウガネ・クロカナブン・ウンモスズメガで、飛行前の上下ヒクヒクや体温上昇を確認した。体温上昇は、シロテンハナムグリより小さかった。

5 考察・まとめ

シロテンハナムグリは気温が36～39℃の時はほとんど体温変化なしに飛行し、それ以下では体温を上昇させ、それ以上では体温を下降させて体温を37℃近くに調節して飛行していた。筋肉の出力をできるだけ大きくするように、飛行しやすい体温、37℃前後に調節して飛行しているようだ。

気温が高い方が飛びやすい傾向が認められたが、エネルギーが少なくてすむからであろう。

飛行前の体温上昇時・安静時・飛行時は、私たちが「上下ヒクヒク」と呼ぶ動きが確認され、胸部体温が上昇した。酸素を取り込み胸部で熱を発生させているようだ。飛行後も「前後ヒクヒク」と呼ぶ動きによる空冷、表面積を広げての放熱などで体温を下げ、体温調節しているようである。

飛行中、気温27.5℃以下では体温低下、それ以上では上昇し、体温上昇ピークは気温35～37.5℃時だった。飛行しやすい気温条件は35～37.5℃であるようだ。また、気温27.5℃以下では体温を維持できず長時間継続して飛行することはできないことがわかったが、野外での成体確認は6～9月で、多くの個体を確認したのは7～8月だった。気象庁の統計によると熊本の月平均気温は5月20.9℃、6月24.2℃、7月28.6℃、8月29.0℃、9月25.4℃である。継続して飛行できる気温条件が、シロテンハナムグリの出現季節を決めているようだ。

シロテンハナムグリは体温調節機構が時に進化した種の一つであるようだ。シロテンハナムグリは甲虫の中でもよく飛行する種である。飛行するときだけ体温を上昇させ、必要ないときは速やかに低下させることで、無駄なエネルギー消費を抑え、効率的に飛行していると思われる。